

PAT-NO: JP363029211A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63029211 A
TITLE: OPTICAL FIBER ROTARY SENSOR
PUBN-DATE: February 6, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAI, SHUICHI
KOJIMA, KEISUKE
HISAMA, KAZUO
ARANISHI, TOSHIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MITSUBISHI ELECTRIC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP61171813

APPL-DATE: July 23, 1986

INT-CL (IPC): G01C019/64, H01S003/083 , H01S003/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase the sensitivity of a sensor and to stabilize and reduce the sensor in size by leading both clockwise and counterclockwise laser light beams out of a laser resonator directly by an optical fiber loop.

CONSTITUTION: The clockwise laser light L5 and counterclockwise laser light L6 in the laser resonator 10 are propagated in an optical fiber coupler 2e as counterclockwise laser light L7 and clockwise laser light L8 in the optical fiber loop 9. Those L7 and L8 are further guided to a photodetection fiber 3 through a coupler 2f. Then, a signal E1 corresponding to the L7 is outputted from a terminal T1 through a lock-in amplifier 5a. A signal E2 corresponding to the L8, on the other hand, passes through a lock-in amplifier 5b to become a phase signal P and a phase control signal PC at any time is generated by a phase controller 7 so as to goes to zero the signal P and sent to a modulator 8. Consequently, the resonance point in the loop 9 is stabilized. When a sensor system rotates around the loop 9, the resonance point of the L7 varies and the angle of rotation is detected.

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-29211

⑤ Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ④ 公開 昭和63年(1988)2月6日
 G 01 C 19/64 A-7409-2F
 // H 01 S 3/083 7630-5F
 3/18 7377-5F 審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑥ 発明の名称 光ファイバ回転センサ

⑦ 特 願 昭61-171813

⑧ 出 願 昭61(1986)7月23日

⑨ 発 明 者 田 井 修 市 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
 中央研究所内
 ⑨ 発 明 者 小 島 啓 介 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
 中央研究所内
 ⑨ 発 明 者 久 間 和 生 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
 中央研究所内
 ⑨ 発 明 者 新 西 俊 雄 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社
 中央研究所内
 ⑩ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
 ⑪ 代 理 人 弁理士 曾我 道照 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

光ファイバ回転センサ

2. 特許請求の範囲

(1) 両端面に無反射コートが施こされた半導体レーザー及びこの半導体レーザーの両端面に光学的に接合された光ファイバからなるリング状のレーザー共振器と、前記光ファイバの一部に設けられた第1の光ファイバカップラと、この光ファイバカップラを介して前記レーザー共振器内のレーザー光を受光する光ファイバループを有しこの光ファイバループ内を伝搬する左右両回転方向のレーザー光に基づいて回転角速度を検出する回転検出部とを備えた光ファイバ回転センサ。

(2) 回転検出部は、光ファイバループの一部に設けられた第2の光ファイバカップラと、この光ファイバカップラを介して前記光ファイバループ内を伝搬する左右両回転方向のレーザー光を検出する光検出ファイバと、この光検出ファイバの両端に設けられた光検出器及びロックインアンプと、前記

レーザー光の一方の共振点を固定するための位相変調手段とを備え、前記前記レーザー光の他方の共振点の変動を検出するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ回転センサ。

(3) 回転検出部は、光ファイバループ内を伝搬する左右両回転方向のレーザー光を混合する第3の光ファイバカップラと、この光ファイバカップラを介して前記光ファイバループの一端に接続された光検出器及び周波数カウンタとを備え、前記混合されたレーザー光のビート信号に基づいて回転角速度を検出するようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ回転センサ。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、リング共振方式による光ファイバ回転センサに関し、特に小形化及び安定化を実現した光ファイバ回転センサに関するものである。

[従来の技術]

第3図は従来の光ファイバ回転センサを示すブ

ロック図である。図において、(1)は高コヒーレンスの半導体レーザであり、高コヒーレンスのレーザ光 L_1 を得るため、例えばリング状光ファイバなどの外部共振器(図示せず)が付加されている。(1a)は半導体レーザ(1)から放射されるレーザ光 L_1 を導く例えば単一モードの偏波面保存光ファイバ(以下、単に光ファイバという)であり、ループ状に形成されている。(2a)~(2d)は光ファイバ(1a)に沿って設けられた単一モード光ファイバカップラ(以下、単に光ファイバカップラという)であり、光ファイバカップラ(2a)は半導体レーザ(1)の出力部に配置され、レーザ光 L_1 を光ファイバ(1a)内の左右両回転方向のレーザ光 L_1 及び L_2 に振り分けるようになっている。

(3a)は光ファイバカップラ(2b)を介して光ファイバ(1a)に結合された光検出ファイバ、(3b)は光ファイバカップラ(2d)を介して光ファイバ(1a)に結合された光検出ファイバであり、光検出ファイバ(3a)は光ファイバ(1a)内の左回転のレーザ光 L_1 を検出し、光検出ファイバ(3b)は光ファイバ(1a)

内の右回転のレーザ光 L_2 を検出するようになっている。

(4a)は光検出ファイバ(3a)の一端に設けられた光検出器、(4b)は光検出ファイバ(3b)の一端に設けられた光検出器であり、それぞれレーザ光 L_1 、 L_2 に対応した電気信号 E_1 、 E_2 を出力している。(5a)は光検出器(4a)に接続されたロックインアンプ、(5b)は光検出器(4b)に接続されたロックインアンプであり、それぞれ図示しない増幅器を介して電気信号 E_1 、 E_2 が入力されている。T1はロックインアンプ(5a)の出力端子である。

(6)は各ロックインアンプ(5a)、(5b)及び後述する位相制御器(7)に所定の周波数 f_m を出力する信号発振器、(7)はロックインアンプ(5b)からの出力信号 P 及び信号発振器(6)からの周波数 f_m に基づいて位相制御信号 PC を出力する位相制御器、(8)は位相制御信号 PC により駆動される位相変調器、(9)は位相変調器(8)を備え且つ光ファイバカップラ(2c)を介して光ファイバ(1a)に結合された単一モード光ファイバループ(以下、単に光ファ

-3-

イバループという)であり、光ファイバループ(9)内の左回転のレーザ光 L_4 の共振点は、位相変調器(8)により一定に制御されている。尚、位相変調器(8)については、例えば、オプティクス・レターズ(Optics Letters)第8巻、第12号(1983年)の第644~646頁にも記載されている。

次に、第3図に示した従来の光ファイバ回転センサの動作について説明する。

半導体レーザ(1)から放射されたレーザ光 L_1 は、光ファイバカップラ(2a)で2分され、光ファイバ(1a)内を、左回転のレーザ光 L_1 及び右回転のレーザ光 L_2 となって伝搬する。更に、これらレーザ光 L_1 、 L_2 は、光ファイバカップラ(2c)を介して、光ファイバループ(9)内を、右回転のレーザ光 L_3 及び左回転のレーザ光 L_4 となって伝搬する。

そして、光ファイバループ(9)内を多重回伝搬したレーザ光 L_3 及び L_4 は、再び光ファイバカップラ(2c)を介してレーザ光 L_1 、 L_2 となり、更に光ファイバカップラ(2b)、(2d)及び光検出ファイバ(4a)、(4b)を介して光検出器(4a)、(4b)に入力され、電

-4-

気信号 E_1 、 E_2 に変換される。

このとき、光ファイバループ(9)内を左回転するレーザ光 L_4 に相当するレーザ光 L_2 の電気信号 E_2 は、ロックインアンプ(5b)に入力され、周波数 f_m に同期した成分のみが位相信号 P となって検出され、更に位相制御器(7)に入力される。位相制御器(7)は、位相信号 P が常に零となるような位相制御信号 PC をフィードバックして位相変調器(8)を駆動する。

これにより、光ファイバループ(9)内を左回転に伝搬するレーザ光 L_4 の共振点を安定化する。従って、温度変動及び機械的外力によって光ファイバループ(9)の長さや屈折率が変化しても、レーザ光 L_4 の位相は変化せず、共振点は変動しない。又、光ファイバループ(9)が静止状態のときは、右回転のレーザ光 L_3 についても、自動的に共振点が安定化される。

ここで、光ファイバ回転センサの系が光ファイバループ(9)を中心に回転すると、左回転のレーザ光 L_4 については常に共振点が固定されているが、

右回転のレーザ光L3は、回転角速度に応じて位相が変化するため、その共振点変動する。従って、右回転のレーザ光L3に相当するレーザ光L1の電気信号E1の変化量をロックインアンプ(5a)で検出し、出力端子T1から処理回路(図示せず)に出力することにより回転角速度を検出することができる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の光ファイバ回転センサは以上のように、光ファイバ(1a)内の左右両回転方向のレーザ光L1、L2を、各光検出ファイバ(3a)、(3b)を介して検出することにより、光ファイバループ(9)を中心とする回転角速度を検出していたので、光ファイバカップラ(2a)～(2d)などを含む光学系が多くなり複雑且つ不安定であり、又、半導体レーザ(1)に外部共振器を付加する必要があるため、寸法が大きくなり小形化が実現できないという問題点があった。

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、実用的な安定性を備えと共に、小形化を実現した光ファイバ回転センサを得

ることを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明に係る光ファイバ回転センサは、両端面に無反射コートが施こされた半導体レーザ及びこの両端面に光学的に接合された光ファイバからなるリング状のレーザ共振器と、光ファイバの一部に設けられた光ファイバカップラと、この光ファイバカップラを介してレーザ共振器内のレーザ光を受光する光ファイバループを有しこの光ファイバループ内を伝搬する左右両回転方向のレーザ光に基づいて光ファイバループの回転角速度を検出する回転検出部とを備えたものである。

〔作用〕

この発明においては、リング状のレーザ共振器により高コヒーレンスの半導体レーザ光源を構成し、又、レーザ共振器に設けられた光ファイバカップラを介して光ファイバループを結合して、レーザ共振器内の左右両回転方向のレーザ光を直接取り出す。

〔実施例〕

-7-

以下、この発明の一実施例を図について説明する。第1図はこの発明の一実施例を示すブロック図である。図において、(4a)、(4b)、(5a)、(5b)、(6)～(9)及びT1は前述の従来装置と同様のものであり、(11)、(2e)、(2f)及び(3)は、それぞれ半導体レーザ(1)、光ファイバカップラ(2a)～(2d)及び光検出ファイバ(3a)、(3b)に対応している。

(11)は両端面(11a)及び(11b)に無反射コートが施された半導体レーザ、(12)は半導体レーザ(11)の両端面(11a)及び(11b)に光学的に接合された光ファイバであり、これらはリング状のレーザ共振器(10)を構成している。これにより、レーザ共振器(10)の長さが、半導体レーザ(11)のみの場合と比較して、光ファイバ(12)の長さだけ長くなるので、半導体レーザ(11)のコヒーレンスは著しく向上している。

(2e)はレーザ共振器(10)の光ファイバ(12)の一部に設けられ、光ファイバ(12)と光ファイバループ(9)とを結合するための第1の光ファイバカップラである。(2f)は光ファイバループ(9)の一部

-8-

に設けられた第2の光ファイバカップラ、(3)は光ファイバカップラ(2f)を介して光ファイバループ(9)に結合された光検出ファイバである。

(4a)及び(4b)は光検出ファイバ(3)の両端に設けられた光検出器であり、光ファイバループ(9)内の左回転のレーザ光L7及び右回転のレーザ光L8を検出するようになっている。(13a)及び(13b)は各光検出器(4a)、(4b)と各ロックインアンプ(5a)、(5b)との間に設けられた増幅器である。

次に、第1図に示したこの発明の一実施例の動作について説明する。

レーザ共振器(10)内の右回転のレーザ光L5及び左回転のレーザ光L6は、光ファイバカップラ(2e)を介して、光ファイバループ(9)内の左回転のレーザ光L7及び右回転のレーザ光L8となって伝搬する。これらレーザ光L7及びL8は、更に光ファイバカップラ(2f)を介して光検出ファイバ(3)に導かれる。

そして、左回転のレーザ光L7に対応する電気信号E1はロックインアンプ(5a)を介して出力端子T1

から出力される。一方、右回転のレーザ光L8に対応する電気信号E2はロックインアンプ(5b)を介して位相信号Pとなり、位相制御器(7)に輸入される。位相制御器(7)は、位相信号Pが常に零となるような位相制御信号PCを位相変調器(8)に出力し、光ファイバループ(9)内の右回転のレーザ光L8の共振点を安定化させる。

光ファイバ回転センサの系が光ファイバループ(9)を中心に回転すると、その回転角速度に応じて左回転のレーザ光L7のみの共振点変動する。従って、この変動を出力端子T1から取り出すことにより、回転角速度を検出する。

以上の基本動作は、前述の従来装置の場合と同様である。

又、このときの位相フィードバック制御の対象となるレーザ光は、もちろん右回転のレーザ光L8に限らず左回転のレーザ光L7であってもよい。その場合、他方のレーザ光即ち右回転のレーザ光L8の共振点の変動が検出されることになる。

尚、上記実施例では受動型のリング基本方式の

光ファイバ回転センサについて説明したが、第2図に示すように、能動型のリング基本方式の光ファイバ回転センサに適用してもよい。

第2図において、(2e)、(4)及び(10)~(13)は前述の第一実施例と同様のものである。(9A)は第1の光ファイバカップラ(2e)を介して光ファイバ(12)に結合された光ファイバループ、(2g)は光ファイバループ(9A)内の左右両回転方向のレーザ光L7及びL8を混合するための第3の光ファイバカップラ、(4)は光ファイバカップラ(2g)により混合されたレーザ光L9を検出する検出器、(20)は検出器(4)で検出され且つ増幅器(13)を介して得られた電気信号Eが輸入される周波数カウンタ、T2は出力端子である。

次に第2図に示した他の実施例の動作について説明する。

レーザ共振器(10)を含む光ファイバ回転センサの系が光ファイバ(12)を中心に回転すると、サグナック効果により、レーザ共振器(10)内の右回転のレーザ光L5及び左回転のレーザ光L6の各光路長

-11-

が変化する。従って、右回転のレーザ光L5と右回転のレーザ光L6との共振周波数が異なってくる。この2つのレーザ光L5、L6を、第1の光ファイバカップラ(2e)を介して、光ファイバループ(9)内の左右両回転方向のレーザ光L7、L8として取り出し、更に、第2の光ファイバカップラ(2g)で混合する。

混合されたレーザ光L9を光検出器(4)で受光すると、レーザ光L5及びL6の周波数差に相当するビート信号を含む電気信号Eが得られる。この電気信号即ちビート信号Eの周波数は、回転角速度に比例している。従って、ビート信号Eを周波数カウンタ(20)で計数することにより、回転角速度を検出することができる。

[発明の効果]

以上のようにこの発明によれば、両端面に無反射コートが施こされた半導体レーザ及びこの両端面に光学的に接合された光ファイバからなるリング状のレーザ共振器と、このレーザ共振器内のレーザ光を受光する回転検出部とを設け、高コヒー

-12-

レンスの半導体レーザ光源を構成すると共に、光ファイバループによりレーザ共振器内の左右両回転方向のレーザ光を直接取り出すようにしたので、高感度で安定且つ小形の光ファイバ回転センサが得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を示すブロック図、第2図はこの発明の他の実施例を示すブロック図、第3図は従来の光ファイバ回転センサを示すブロック図である。

(2e)…第1の光ファイバカップラ

(2f)…第2の光ファイバカップラ

(2g)…第3の光ファイバカップラ

(3)…光検出ファイバ (4a)、(4b)…光検出器

(5a)、(5b)…ロックインアンプ

(8)…位相変調器

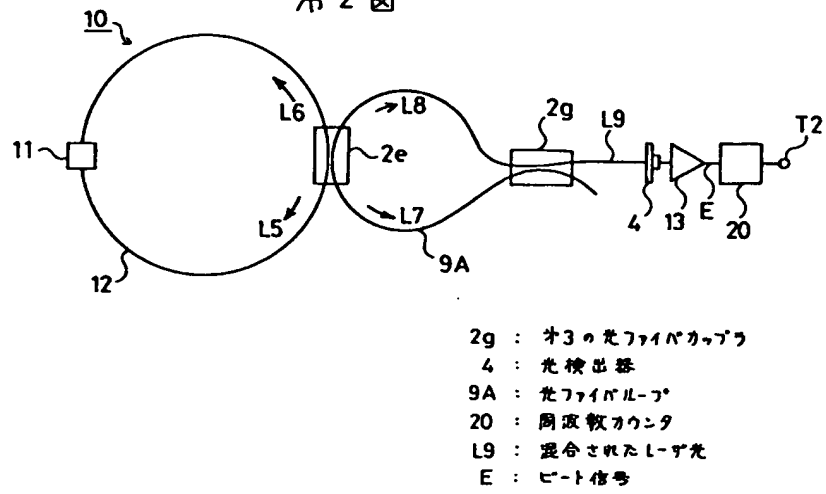
(9)、(9A)…光ファイバループ

(10)…レーザ共振器 (11)…半導体レーザ

(11a)、(11b)…両端面 (12)…光ファイバ

L5~L8…レーザ光

第2図



第3図

